

⑨日本国特許庁

①特許出願公開

公開特許公報

昭54-23476

⑤Int. Cl.²
H 01 L 21/26
H 01 J 37/28

識別記号

⑥日本分類
99(5) C 5
99 C 31

庁内整理番号

6684-5F
7227-5C⑩公開 昭和54年(1979)2月22日
発明の数 2
審査請求 有

(全 7 頁)

⑪複合電子レンズ

⑫特 願 昭52-88962
⑬出 願 昭52(1977)7月25日
⑭発明者 白井省吾

横浜市金沢区六浦町3008-10

⑫発明者 少野口彰
調布市染地3丁目1番110号
⑬出願人 株式会社明石製作所
東京都千代田区丸の内3丁目2
番3号
⑭代理人 弁理士 飯沼義彦

明細書

1 発明の名称

複合電子レンズ

2 特許請求の範囲

- (1) 電子レンズにおいて、対向する磁極面の少なくとも一方に複数の電子ビーム通路孔をそなえて、複数の照射電子ビームを発生すべく構成されたことを特徴とする複合電子レンズ。
- (2) 特許請求の範囲第1項に記載の複合電子レンズにおいて、上記複数の電子ビーム通路孔のそれぞれに対応して非点補正器が設けられたことを特徴とする複合電子レンズ。
- (3) 電子レンズにおいて、対向する磁極面の少なくとも一方に複数の電子ビーム通路孔をそなえて、複数の照射電子ビームを発生すべく構成されると共に、上記複数の電子ビーム通路孔のそれぞれに対応して補助励磁コイルが設けられたことを特徴とする複合電子レンズ。
- (4) 特許請求の範囲第3項に記載の複合電子レンズにおいて、上記複数の電子ビーム通路孔

のそれぞれに対応して非点補正器が設けられたことを特徴とする複合電子レンズ。

3 発明の詳細な説明

本発明は、電子ビームを収束するための電子レンズに關し、特に電子ビーム露光装置、電子ビーム加工装置および電子ビーム描画記録装置等に用いて好適の電子レンズに関する。

従来のこの種の電子レンズとしては、第1図に示すようなものがあり、励磁コイル1をそなえた円筒型ヨーク2において、対向する磁極面3、4に垂直でしかもヨーク2と同軸的に单一の電子ビーム通路孔5が穿設されており、これにより加速された電子ビーム6は、この電子ビーム通路孔5に沿って通過する際に、上下磁極面3、4間に形成された磁場による収束作用をうけて、所望の点に焦点を結ぶようになっている。

ところで、第2図に示すようにこのよう従来の電子レンズをコンデンサレンズ7や対物レンズ8に使用して、例えばシリコンウェーファ等

の試料 9 面に LSI (大規模集積回路) のパターン照射を施すことが行なわれているが、このパターン照射に際し、試料 9 を移動させないで单一の電子ビーム 6 を振らせるにより試料 9 面上の全パターンにわたる広い範囲を走査するためには、偏向角を大きくしたり、対物レンズ 8 と試料 9 との距離を長くしたりしなければならない。

しかしながら、電子レンズでは、一般に偏向角を大きくすると次式で表わされるような偏向収差が大きくなつて、像がぼけたり歪んだりするという問題点がある。

すなわち偏向器 10 を理想的な一様平行磁場において形成したとすると、偏向収差 $\Delta x_1, \Delta y_1$ は次式のとおりである。

$$\Delta x_1 = -A\alpha^2 x_s + B\alpha^2 x'_s + C\alpha x'_s y'_s - \alpha x_s y'_s$$

$$\Delta y_1 = -D\alpha^2 + E\alpha^2 y'_s + F\alpha x'_s - \alpha x_s x'_s - G\alpha y'_s$$

ここで α は偏向角、 $A \sim G$ はそれぞれ偏向磁場の存在する幅および試料 9 から偏向磁場までの距離の関数、 x_s, y_s は電子ビーム 6 が偏向磁場

そこで、第 2 図に示すような従来の電子レンズ、 8 による LSI のパターン照射については、その電子ビーム 6 による走査面積やパターン幅を偏向収差や開口収差の影響を受けない程度の小さい値におさえる一方、試料 9 をレーザー式位置検出器 11 やパルスモーター 12 等を用いた機械的手段により何回も移動させることにより、試料 9 上に LSI の全パターンを照射することが行なわれている。

またこのパターン照射の精度を上げるために非点補正器 13 が、対物レンズ 8 に内蔵されている。

なお第 2 図中、符号 14 は電源 15 に接続されて電子ビーム 6 を発生する電子統一、 16 は電子ビーム 6 を加速する陽極、 17 は電子レンズ 7、 8 の電源、 18 は非点補正器 13 の電源を示しており、符号 19 は偏向器 10 に接続されて電子ビーム 6 を走査するための電子ビーム走査電源、 20 は 2 次電子モニター、 21 は計算機 22 からの制御信号を位置検出器 11、電子

特開昭54-23476 (2)

へ入射する以前の x 座標および y 座標、 x'_s, y'_s は電子ビーム 6 の光軸 (Z 軸) に対する傾きを表わしている。

$$\text{なお } x_s = r \cos x \quad x'_s = -\omega \cos x$$

$$y_s = r \sin x \quad y'_s = -\omega \sin x$$

であり、 r は動径、 ω は傾角、 ω は電子ビーム 6 の開口角を表わしている。

したがつて上式からもわかるように、偏向収差 $\Delta x_1, \Delta y_1$ を一定値以下におさえるためには、偏向角 α および電子ビーム 6 の光軸に対する傾き角すなわち開口角 ω を制限しなければならず、この制約を無視すると、像がぼけたり歪んだりする。

また電子レンズで、対物レンズ 8 と試料 9 との距離を長くするためには、対物レンズ 8 の焦点距離を長くしなければならず、このように焦点距離を長くすると、球面収差等の開口収差の係数値が大きくなつて、これにより電子ビーム 6 を所望の細さに絞ることができなくなるという問題点がある。

ビーム走査電源 19 および 2 次電子モニター 20 に適した信号へ変換するための D-A 変換器やシグナル変換器等を内蔵したインターフェースを示している。

しかしながら、このような従来の電子レンズを用いた LSI のパターン照射手段では、単一の電子ビーム 6 を振らせるだけでパターン照射を行なつてはいるので、手間のかかる試料 9 の移動を何回も行なわなければならず、またこれに伴つて照射露光時間が長くなり、このためパターン照射の作業能率が大幅に低下するという問題点がある。

そこで第 3 図に示すとく、従来の電子レンズ L, L', L'' (第 1 図参照) を並列的に配設して、各電子ビーム $6, 6', 6''$ を同時に試料 9 上に照射することにより試料 9 の移動回数を減らすことも考えられるが、このような手段では、各電子レンズ L, L', L'' の大きさによる制約から、第 3 図に示すとく同時に走査できる面相互の間隔があきすぎるので、試料 9 上のバター

路孔のそれぞれに対応して設けられることにより、各照射電子ビームごとに独立して正確な非点補正を行なえる利点が得られる。

さらに本発明の複合電子レンズは、上記複数の電子ビーム通路孔のそれぞれに対応して補助励磁コイルが設けられたことを特徴としている。

上述の本発明の複合電子レンズによれば、複数の照射電子ビームを狭い間隔をあけて発生することができるので、同時に同一試料面上に複数のパターン照射等を行なうことことができ、これによりその作業能率を大幅に向上させうる利点がある。

さらにまた本発明の複合電子レンズは、上記複数の電子ビーム通路孔のそれぞれに対応して上記の補助励磁コイルおよび非点補正器が共に設けられたことを特徴としている。

これにより本発明の複合電子レンズでは、焦点合わせと非点補正とを各照射電子ビームについて独立して正確に行なうことができ、したがって良好な照射像を得ることができる。

以下、図面により本発明の一実施例としての

複合電子レンズについて説明すると、第4図はその要部を破断して示す斜視図、第5図はその横断面図、第6図はその作用を説明するための試料の平面図である。

第4、5図で示すように、中空円筒状の純鉄製ヨーク31の上壁部には、ヨーク31の内部に向かって円柱状の上部突起部32が形成され、ヨーク31の底壁部には、上部突起部32の磁極面32aと対向する磁極面33aを有する下部突起部33が、ヨーク31の内部に向けて形成されている。

そして主励磁コイル34が各突起部32、33の側壁を被りように巻回されており、この主励磁コイル34の両端は図示しない直流電源に接続されている。

したがって主励磁コイル34に電流を流すことにより、上部突起部32の磁極面32aと下部突起部33の磁極面33aとの隙間35には、磁場が形成される。

さらに上部突起部32には、3本の電子ビーム

通路孔36～38が穿設されており、下部突起部33にも各電子ビーム通路孔36～38の下部開口36a～38aに対向する上部開口36'b～38'bを有する3本の電子ビーム通路孔36'～38'が穿設されていて、各電子ビーム通路孔36～38、36'～38'は、各突起部32、33の磁極面32a、33aとそれと垂直になるように穿設されている。

そして、第6図に示すように、ヨーク31の上方には、電子ビーム通路孔35～38の上部開口35b～38bに對向する3個の開口39aを持った陽極39が設けられており、各開口39aに對向して電子ビーム源としての電子銃40が配設されている。

なお電子ビーム源としては、電子ビーム通路孔の数だけ電子銃を用いるほか、円板状の酸化物等で構成された大型電子源から束状になって発生した電子ビームを、多数の孔を有する部材を通して複数の電子ビームを得ることも可能であり、また単一の電子ビームを一旦、適宜の電

子レンズで拡散させてから複数の照射電子ビームに分けて使用することもできる。

一方、ヨーク31の下方には、電子ビーム通路孔36'～38'の下部開口36'a～38'aにIC対応する位置に、3台の走査用偏向器41が配設されており、各電子ビーム通路孔36～38, 36'～38'を通過してきた3本の照射電子ビームは、試料42上に、所望のパターンを描くように走査せしめられる。

なお各偏向器41による電子ビームのパターン照射の制御は、図示しない電子ビーム走査電源およびインターフェースを介して各偏向器41に接続された計算機により行なわれる。

ところで第4, 5図に示すように、隙間35には、それぞれ3個の非点補正器43および補助励磁コイル44が、3本の各電子ビーム通路孔36～38, 36'～38'にIC対応する位置で上下に配設されており、これにより各照射電子ビームごとに非点補正と焦点合わせとの調整を独立して行なうことができる。

ら、主励磁コイル34の作用と補助励磁コイル44の作用とを受けて、これにより焦点合わせが正確に行なわれる。

ついで、各照射電子ビームは、対応する下部突起部33の電子ビーム通路孔36'～38'を通過してから、各偏向器41により試料42上で所望のパターン42aを形成するように走査せしめられる。

このようにして、3本の照射電子ビームが試料42面上に所望のパターン42aを描くことにより、同時に3個のパターンを形成することができる。

その際、照射電子ビームの走査面積やパターン幅は、偏向収差や開口収差の影響を受けないくらいの値に設定されており、通常その走査面積は2mm×2mm程度で、パターン幅は1mm程度である。

また例えば第6図に示すような直径約10mmの円板状の試料42を用いる場合は、非点補正器43や補助励磁コイル44(第4, 5図参照)

そして非点補正器43および補助励磁コイル44はそれぞれ所要の電源(図示せず)に接続されている。

なお各電子ビーム通路孔36～38, 36'～38'に対応して、補助励磁コイル44だけを配設してもよく、あるいは非点補正器43だけを配設してもよい。

また非点補正器43および補助励磁コイル44を設けなくても、複数のパターン照射を行なえることはいうまでもない。

本発明の複合電子レンズは、上述のごとく構成されているので、例えば表面にホトレジスト等を塗布されたシリコンウェーファのごとき試料42上にLSIのパターンを直接照射する場合には、まず第4図に示すように電子銃40から一齊に照射電子ビームを発射させる。

各照射電子ビームは、陽極39で加速されたのち、対応する上部突起部32の電子ビーム通路孔36～38を通過し、隙間35に配設されている非点補正器43で非点補正を施されてか

を配設するためのスペースの制限を考えても、その電子ビーム通路孔相互の間隔は2mmもあれば十分であるので、電子ビーム通路孔を各突起部32, 33にそれぞれ21本も穿設することができる。

このようにすれば、21箇所のパターン照射が同時に可能となるので、その作業能率は、1本の照射電子ビームを用いて行なう場合と比べて、大幅に向上する。

なお複数個のパターン照射が終了すると、レーザー式位置検出器等で、試料42の位置を検出しながらパルスマーター(図示せず)の作動により試料42を適宜移動させてその位置決めを行ない、ついで前述の場合と同様の操作により複数個のパターンを試料42上に照射し形成する。

以下同様の操作を繰返すことにより、試料42上の全面にわたって極めて能率よく迅速にパターンの照射を行なうことができる。

なお第7～9図はいずれも本発明の他の実施

例としての複合電子レンズを示すもので、第7～9図中、第4、5図と同じ符号はほぼ同様の部分を示しており、これらの実施例はいずれも2本の電子ビーム通路孔を有する場合を示したものである。

第7図に示す複合電子レンズは、ヨーク31の片側にだけ主励磁コイル34'を巻回されたものを示しており、第8図に示す複合電子レンズは、主励磁コイルを同軸複合巻コイル34'',34'''として構成されたものを示している。

また第9図に示す複合電子レンズは、ヨーク31の上部突起部32だけに2本の電子ビーム通路孔36,37を穿設されているものを示している。

第7～9図に示す各複合電子レンズは、前述の第4～6図に示す実施例の場合とほぼ同様の作用効果を有するものである。

なお、隙間35に磁場を形成する手段としては、電磁石を用いるほか、永久磁石を用いてよい。

射に使用した場合を示すもので、第2図は第1図の電子レンズを使用した場合の模式図、第3図は第1図の電子レンズを複数個並設して使用した場合の模式図であり、第4～6図は本発明の一実施例としての複合電子レンズを示すもので、第4図はその要部を破断して示す斜視図、第5図はその縦断面図、第6図はその作用を説明するための試料の平面図であり、第7～9図はいずれも本発明の他の実施例を示す縦断面図である。

31…ヨーク、32…上部突起部、32a…上部突起部の磁極面、33…下部突起部、33a…下部突起部の磁極面、34,34',34''…主励磁コイル、35…隙間、36～38…上部突起部に穿設された電子ビーム通路孔、36a～38a…電子ビーム通路孔の下部開口、36b～38b…電子ビーム通路孔の上部開口、36'～38'…下部突起部に穿設された電子ビーム通路孔、36'a～38'a…電子ビーム通路孔の下部開口、36'b～38'b…

以上詳述したように、本発明の複合電子レンズによれば、対向する磁極面の少なくとも一方に複数の電子ビーム通路孔をそなえて、複数の照射電子ビームを発生すべく構成されているので、同時に同一試料面上に複数のパターン照射を行なうことができ、例えば電子ビーム通路孔がn本あれば、照射露光時間は、第1図に示すような従来の電子レンズに比べて $\frac{1}{n}$ に短縮され、これにより露光時間を大幅に短縮することが可能になって、その作業能率を大幅に向上せらる利点がある。

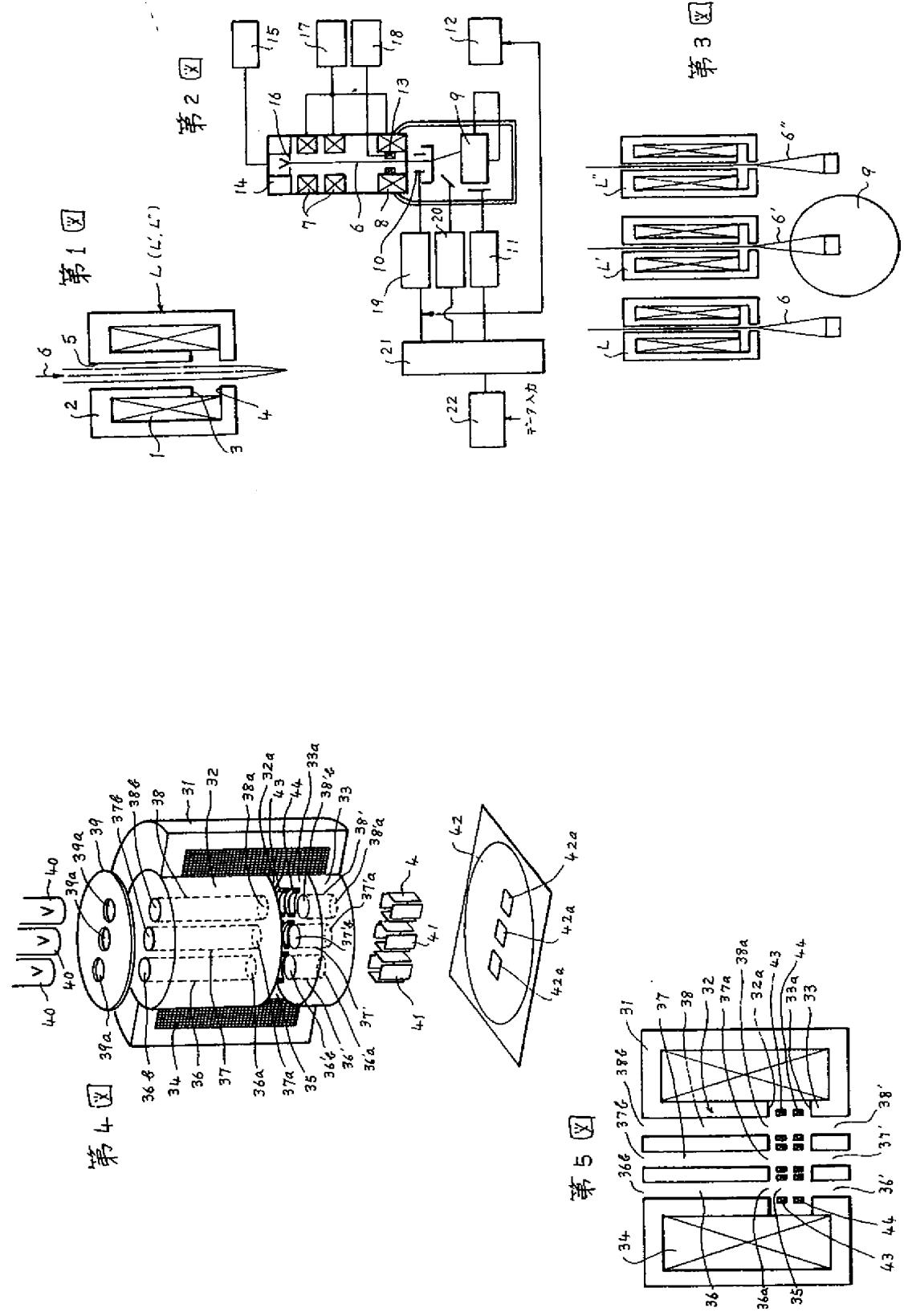
また本発明の複合電子レンズでは、複数の電子ビーム通路孔のそれぞれに対応して、補助励磁コイルを配設することにより、各照射電子ビームごとに焦点合わせのための補正を適切に行なうことができるので、正確なパターン照射を試料上に形成できる利点がある。

4 図面の簡単な説明

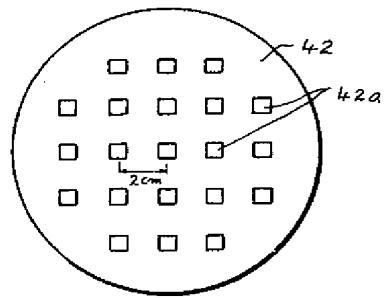
第1図は従来の電子レンズの縦断面図、第2、3図は従来の電子レンズをLSIのパターン照

…電子ビーム通路孔の上部開口、39…陽極、39a…陽極の開口、40…電子銃、41…偏向器、42…試料、42a…試料上のパターン、43…非点補正器、44…補助励磁コイル。

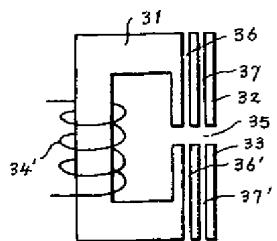
代理人 弁理士 飯沼義彦



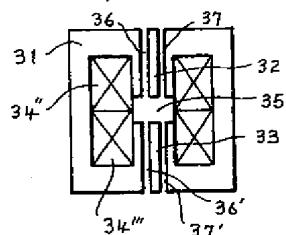
第6図



第7図



第8図



第9図

